Erscheint als Sonderdruck in der Festschrift zum 70. Geburtstage des Geh.-Rat Prof. Dr. Garré, in Bruns' Beiträge zur klinischen Chirurgie
Sonderdruck: Band 141, 1927.

Aus der Chirurgischen Klinik der Universität Bonn.
(Direktor: Prof. Dr. Freiherr v. Redwitz.)

Der Rectus abdominis.

Inaugural-Dissertation

zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen medizinischen Fakultät
der
Rhein. Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn

Vorgelegt am 14. April 1928
von
Leo Heinrich Strauß
aus
Hangard, Kr. Ottweiler.

1928.

Gedruckt mit Genehmigung
der medizinischen Fakultät
der Universität
zu Bonn.

Referent: Prof. Dr. Nussbaum.
Korreferent: Prof. Dr. Freiherr v. Redwitz.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Bruns' Beiträge zur klinischen Chirurgie.
Sonderdruck aus Band 141.
(Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien.)

Aus der Chirurgischen Klinik zu Bonn
(Ehemaliger Direktor: Geh.-Rat Prof. Dr. Garrè).

Der Rectus abdominis.

Von
Cand. med. **Leo Heinr. Strauß.**

Mit 4 Bildern.

Einen ganz bedeutenden Platz in unserer modernen Chirurgie nimmt die Laparotomie in ihren verschiedenen Formen ein. Wenn in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts vor der Zeit eines Lister die Indikation zum Bauchschnitt nur in den äußersten und seltensten Fällen gestellt wurde, so hatte man berechtigte Gründe dazu. Heute hat sich die Indikationsstellung zur Eröffnung des Bauches ungeheuer vermehrt trotz einer damit verbundenen postoperativen Erkrankung, die das Interesse der Chirurgen in ganz besonderem Maße in Anspruch nahm und heute noch nimmt, nämlich: „die Bauchhernie nach Laparotomie".

Die Beobachtung, daß nach bestimmter Zeit das Narbengewebe sich dehnte und den Druck- und Zugwirkungen mit ihren wechselnden Intensitäten nur sehr mangelhaften Widerstand leisteten, wurde sehr bald und oft gemacht. Man beschuldigte den transversalen Muskelzug, Gravidität, Tumoren, Ascites, den Bauchhöhlendruck (Waitz) mit seinen verschiedenen Schwankungen beim Sprechen, Husten und Pressen. Man glaubte diesem Übel durch besonders sorgfältige, exakte, mehr oder weniger komplizierte Naht vorbeugen zu können (Spencer Wells, Olshausen-Winter, Schäffer, Howitz, Kehrer).

Wieder andere Chirurgen verließen den medianen Bauchschnitt durch die Linea alba, da sie mit Recht glaubten, daß das Bindegewebe der Linea alba sich zu wenig dafür eigne, ein gutes, widerstandsfähiges Narbengewebe zu bilden (Rectusdiastase), und versuchten den extramedianen Schnitt durch die muskelreiche Bauchwand (Horatio Storer, Wells). Doch sämtliche Mühen waren vergeblich, es entwickelten sich immer wieder Bauchhernien (Statistik von Semmler), wenn auch nicht mehr in diesem gehäuften Maße. Und da man nach diesen Versuchen die Entwicklung der Brüche nicht mehr auf die eben geschilderten Störungen während des Vernarbungsprozesses zurückführen konnte, besonders nach

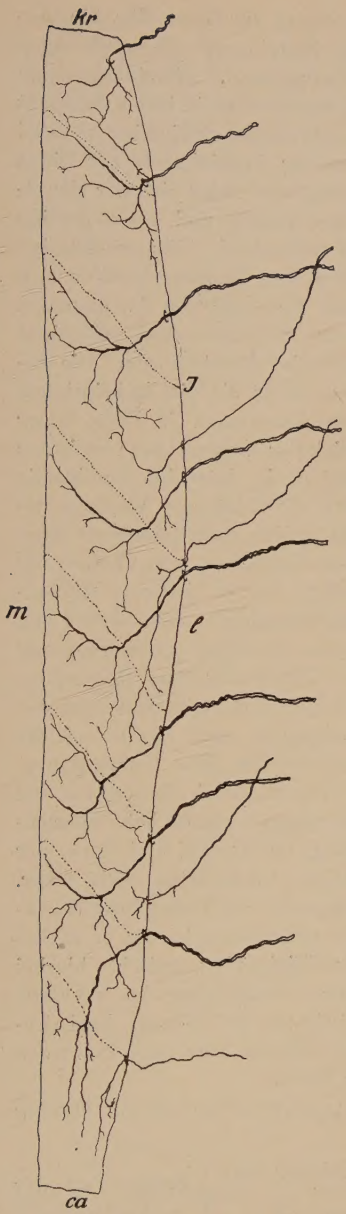
der extramedianen, für die Heilung günstigen Schnittführung, nahm man ein anderes ätiologisches Moment dafür an: nämlich eine Muskelatrophie, bedingt durch die Durchtrennung der motorischen Nerven des Musculus rectus abdominis. Kocher, Lenander und Czerny wiesen schon darauf hin und ein Schüler Czernys, Assmy, bewies diese Atrophie an einer Reihe von excidierten Stücken und am Tierexperiment. Es zeigte sich nämlich nach Längsschnitt durch den Rectus, daß der mediale Teil des Muskels gelähmt und größtenteils atrophiert war.

Ich möchte in meiner Arbeit nach dem Vorschlage meines sehr verehrten Lehrers, Herrn Prof. Nussbaum, dem ich an dieser Stelle herzlichst für die Anregungen und seine Güte danke, eine vergleichend-anatomische Beschreibung des Verlaufes der Nerven im Musculus rectus abdominis des Kaninchens, der Katze, des Hundes und des Menschen mit ihrer feineren Verteilung und den wichtigsten anatomischen Momenten liefern. Diese Untersuchungen der verschiedenen Nervengebiete an dem Rectus des Menschen und unser Veruchstiere sind als ein Teil der Grundlagen zur Lösung der wichtigen Frage gedacht: Soll man bei der Laparotomie unter Berücksichtigung der beschriebenen nachteiligen Folgen die Schnittrichtung in den einzelnen Nervengebieten zur Schonung der Nerven ändern oder nicht?

1. Kaninchen.

Der Musculus rectus abdominis beim Kaninchen beginnt sehnig an den ersten zwei bis drei Rippen und läuft als ein etwa 1 mm dickes, 2 cm breites, im letzten Drittel seiner Länge sich verschmälerndes Muskelband zur Ansatzstelle an dem hinteren Symphysenrande und Os pubis, eingebettet in seiner Rectusscheide.

Die ganze Länge des Muskels ist von sehnigen Inskriptionen unterbrochen. Diese Inscriptiones tendineae (Schaltsehnen) durchsetzen den Muskel in seiner ganzen Dicke und sind auf der visceralen Seite des Rectus ebenso deutlich zu erkennen wie auf der äußeren Bauchseite; dort sind sie mit dem äußeren Blatte der Rectusscheide innig verwachsen, im Gegensatz zu dem inneren (visceralen) Blatte, das durch ein lockeres Bindegewebe vom Muskel getrennt ist. In der Regel sind es 7—8 dieser Inskriptionen, deren Anordnung, Verlauf und Form große Regelmäßigkeiten besitzen. Sie beginnen an der Linea alba mit einem hakenförmigen Bogen und laufen dann leicht geschlängelt oder gezackt in schräger, ziemlich gerader Richtung (nach Assmy in weitem, kaudal konvexem Bogen) nach dem lateralen Rande des Muskels; dabei bilden sie mit der Linea alba einen kaudal offenen Winkel von etwa 40° (Bild 1). Oft findet sich auch am lateralen Rande eine leichte, kaudal gerichtete Konvexität. Die Inskriptionen zerlegen den Rectus in vollständig voneinander getrennte Segmente (Myomere), von denen ein jedes von einem Spinalnerven innerviert wird, ein Zeichen dafür, daß beim Kaninchen diese Segmentierung und Innervation noch sehr deutlich und klar auf eine Metamerie hindeuten, die wir beim Hunde weniger und noch weniger deutlich beim Menschen finden. Beim Menschen kommen im Gegensatz hierzu etwa 7 bis 8 Nerven auf den Rectus mit nur 3—4 Inskriptionen.



Der Rectus des Kaninchens wird von 8 bis 10 Nerven versorgt. Die ersten 3 bis 4 Nerven ThIII bis ThV durchbohren die Zwischenrippenmuskulatur und laufen über den Rippenknorpel hinweg zum Rectus. Die nächsten 3 bis 4 Nerven ThVI bis ThVIII oder ThIX ziehen dagegen unter dem Rippenknorpel her zum Rectus hin. Die übrigen Nerven verlaufen wie sämtliche zuführenden Nerven zwischen Musculus transversus und obliquus internus leicht geschlängelt. Der größte Teil aller versorgenden Nerven nimmt während des Verlaufes vom Foramen vertebrale bis zum Rectus eine schräge, symphysenwärts geneigte Verlaufsrichtung an. Die ersten 2 bis 3 Nervenstämme ziehen meistens noch transversal zur Linea alba hin, aber je mehr kaudalwärts sie liegen, um so schräger zur Symphyse geneigt verlaufen sie (Bild 1), nur der letzte versorgende Nerv mag oft kleine Abweichungen zeigen. Die ersten 2—3 Nerven verlaufen meistens ein kleines Stück Weges in der Rectusscheide (auf der visceralen Rectusseite), um dann erst im ersten Drittel der Muskelbreite einzudringen. Die übrigen Nerven dringen im Gegensatz zu denen von Katze, Hund und Mensch schon gleich am lateralen Muskelrande ein und zwar mehr an der visceralen Kante, um sich dann feiner im Muskel zu verteilen. Nach Eintritt in den Muskel nimmt der Hauptast des Nervenstammes die schräge Verlaufsrichtung des Stammes an, die er kurz vor Eintritt in dem Muskel hat. Man kann wohl sagen, daß mit Ausnahme des ersten

Zeichenerklärung für alle Bilder.

J.....	=	Inscriptiones.
═══	=	Spinalnerv.
m	=	medial.
l	=	lateral.
kr	=	kranial.
ca	=	caudal.
)	=	Nerveneintrittsstelle in den Muskel.
))	=	Nervenaustrittsstelle aus dem Muskel.
H	=	Hautäste.

Bild 1. Nervenverlauf im M. rectus abdom. des Kaninchens. (Gezeichnet vom Verfasser nach einem Präparat des Herrn Prof. Nussbaum [Silbernitratmethode].) Ansicht von hinten.

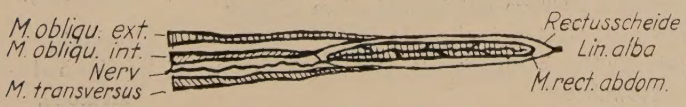


Bild 1a. Schematischer Durchschnitt.

(nicht immer) und des letzten Segmentnerven alle schräg zur Linea alba hin verlaufen und zwar ungefähr parallel zueinander. In der Regel laufen die zuführenden Nerven ein Stück Weges durch das kraniale Nachbarsegment, schneiden sodann die Inskriptionen in einem fast rechten Winkel und beschreiben in ihrem Segment einen leichten Winkelhaken derart, daß die Hauptnervenäste schließlich parallel und ziemlich nahe den Inskriptionen verlaufen, schräg kranialwärts zur Linea alba gerichtet (Bild 1). Nur im letzten (untersten) Segment neigt sich der Hauptast sehr stark symphysenwärts in ziemlich scharfem Bogen und seine Zweige verteilen sich, teils parallel zu den Muskelfasern verlaufend, teils rückläufige Seitenäste nach medial und lateral entsendend. Von dem Hauptast spalten sich dann feinere Zweige und Ästchen ab und zwar in der Mehrzahl von der kaudalen Seite des Hauptastes und bilden mit den Zweigen des Nachbarnerven zahlreiche Anastomosen. Fast in jedem Segment findet man solche Anastomosen. Die zuführenden Nerven teilen sich in der Regel erst dann, wenn sie die Inskriptionen überschritten haben. Nur hier und da findet man Ausnahmen in Form feiner Anastomosenzweige. An der Teilungsstelle spaltet sich der Nervenstamm meistens in 1—2 Hauptäste und in einen feineren Zweig, der zu der lateralen Randpartie des Muskels hinläuft. Nicht in jedem Segment wird diese laterale Muskelpartie von dem angehörigen Segmentnerven versorgt. Oft spaltet der Spinalnerv kurz nach Austritt aus dem Foramen vertebrale mehrere Nebenäste zur Versorgung der übrigen Bauchmuskulatur ab, und meistens senken sich 3—4 dieser Nervenäste in noch schrägerer Richtung als ihre Hauptnervenstämme zum Rectus hin, kreuzen dadurch 1—2 Segmentnerven im Bereiche des Musculus transversus und treten dann als feine Nervenästchen in die lateralen Randpartien des Rectus, wo sie sich in feinere Zweige aufspalten und oft mit dem rückläufigen Seitenast des Segmentnerven anastomosieren oder auch sie erstrecken sich gleich auf die lateralen Randpartien zweier Segmente und überschreiten ihre Inskriptionen. Diese Beobachtung eines gewissermaßen „accessorischen" Astes finden wir bei Katze und Hund nicht, wohl aber in noch viel ausgeprägterem Maße beim menschlichen Rectus. Die Regelmäßigkeit in der Anordnung, im Verlauf und Form der Inskriptionen und Nerven findet man bei den übrigen Rectusarten nicht mehr. (Die zugehörige Zeichnung habe ich nach einem Präparat von Herrn Prof. Nussbaum angefertigt. Das Präparat ist nach der Silbernitratmethode, die er in Anlehnung an Agduhr und Spalteholz' Vorschrift modifiziert hat, gefärbt; hierbei werden nur die Nerven herunter bis 0,04 mm Dicke dunkelbraun bis schwarz, während die Muskeln hellbraun bleiben. Die Bielschowsky- und Agduhr-Methode erzielte keine guten Resultate, da auch alle feinsten Äste tingiert werden und deshalb das Übersichtspräparat undurchsichtig wird.)

Methode nach Prof. Nussbaum: NaCl-Lösung von Aorta durchspülen, frischer Musculus rectus in:

1. saures Formalin (3 Tage mit HCl ansäuern, bis Lakmus rot)	Erster Teil der Agduhr-Färbung (etwas modifiziert).
2. 1 Tag in Aqua dest., 10 mal wechseln	
3. 1 Tag in 3% $AgNO_3$	
4. wie Nr. 2	
5. in Tonfixierbad 20—40 Min.	
6. in Aqua dest. abspülen. 2 Tage gut in laufendem Wasser	
7. 1—2 Tage in 96%igen Alkohol (mehrmals wechseln)	Verbilligte Spalteholz-Methode.
8. in Carbolxylol (bis zur Durchsichtigkeit); dann in 5% Naphthalin-Tetralin aufbewahren	

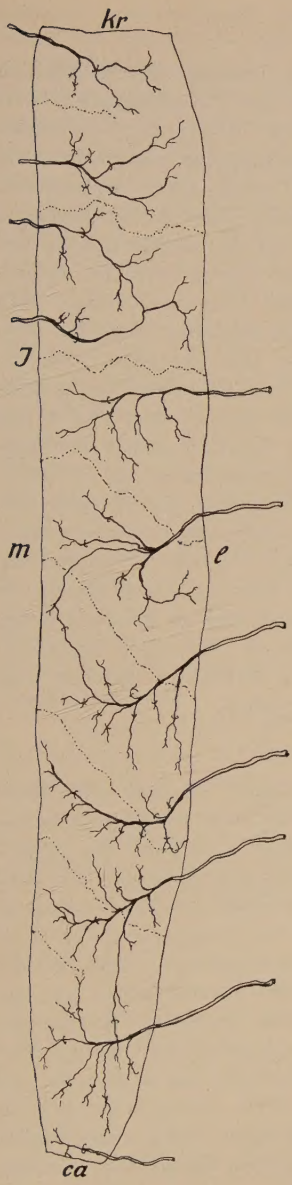


Bild 2. Nervenverlauf im Rektus abd. der Katze von hinten. (Gezeichnet vom Verfasser nach eigenem Präparat.)

Das Präparat ist danach glasartig durchsichtig. Die Nerven sind bis in die feinsten Verästelungen bei schwasher Vergrößerung deutlich zu erkennen.

2. Katze.

Auch der Rectus abdominis der Katze entspringt sehnig an den ersten beiden Rippen und zieht in seine Rectusscheide eingehüllt als ziemlich breites, kaudalwärts schmäler werdendes Muskelband zu seinem Ansatz, dem Tub. os pubis und hinteren Symphysenrand.

Während seines Verlaufes finden sich etwa 6—8 Inskriptionen, die im ersten und letzten (kaudalen) Segment oft unvollständig sind und den Muskel nur teilweise in seiner Breite durchsetzen. Sie sind ebenfalls innig mit dem äußeren Blatte der Rectusscheide verwachsen, während das innere Blatt durch ein lockeres Bindegewebe vom Muskel getrennt bleibt. Größtenteils durchsetzen auch sie die ganze Dicke des Muskels. Ein Teil von ihnen (3—4) zeigt ungefähr dieselbe Form und denselben Verlauf wie die Zwischensehnen des Kaninchens, bei anderen wiederum finden wir eine bald mehr transversale, bald etwas schräge, die Muskelbreite durchsetzende, variabel geschlängelte und gezackte Sehnenlinie mit großen und kleinen kaudalen und kranialen Konvexitäten.

Eine ausschließliche Angehörigkeit eines Spinalnerven zu einem Segment ist nicht mehr wie beim Kaninchen ganz erhalten, denn meistens findet sich in einem der letzten (untersten) Segmente ein zweiter Segmentnerv. Trotz dieser teilweisen Verdoppelung ist auch noch bei der Katze das klare Bild einer

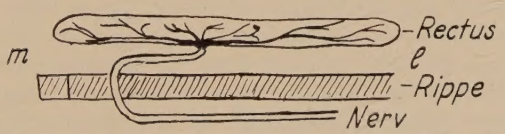


Bild 2b. Schematischer Querschnitt in Höhe des Rippenbogens.

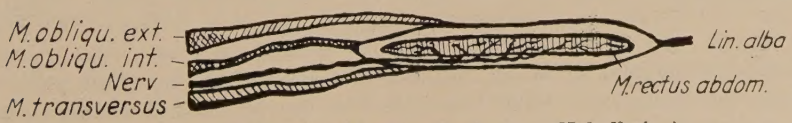


Bild 2a. Schematischer Durchschnitt. (Nabelhöhe.)

Metamerie im Gegensatz zum Hunde- und besonders Menschenrectus ziemlich gut erhalten.

Die Nerven, die den Rectus der Katze versorgen, betragen durchschnittlich 8—10 an Zahl. Sie sind die ventralen Nervenstämme der Thorakalnerven ThIII bis ThXII, oft auch Lumbal I und laufen ebenfalls vom 3.—4. Nerven ab in immer mehr schräger, medial- und symphysenwärts gesenkter Richtung zum Rectus. Die ersten 3—4 Nerven verlaufen meistens transversal und treten nicht vom lateralen Rande her an den Muskel; sondern sie gehen von ihren weit medial liegenden Austrittsstellen zwischen den Rippenknorpeln, meist von der medialen Seite her zu ihren Eintrittsstellen im Muskel (Bild 2b). Sämtiche Nerven verlaufen fächerförmig in mehrere Äste aufgespalten auf der visceralen Seite des Rectus. Eine Regelmässigkeit über die Eintrittsstellen ließ sich nicht aufstellen (Bild 2). Diejenigen Nerven, die in solche Segmente eintreten, die sich bezüglich ihrer Inskriptionen verhalten wie die des Kaninchens, zeigen auch im großen und ganzen einen ähnlichen Verlauf und eine ähnliche Form: sie gehen auch durch das Nachbarsegment, schneiden die Inskriptionen, und der Hauptast nimmt den typischen Verlauf an wie beim Kaninchen. Doch im Nachbarsegment, das er durchläuft, spaltet er schon häufig 1—3 rückläufige, die Randpartien des Muskels versorgende Ästchen ab, die oft mit den Nachbarästchen anastomosieren. Anastomosen finden sich auch bei der Katze sehr häufig. Die übrigen Nerven verzweigen sich innerhalb ihres Segmentes fächerförmig, überschreiten aber nach dem Eintritt ins Segment in der Regel die Inskriptionen nicht. Nur hier und da geht ein feines Ästchen zu dem Nachbarsegment und bildet Anastomosen. Innerhalb ihres Segmentes entsenden die Hauptnerven in der Regel 1—2 rückläufige Ästchen zum lateralen Rande hin, bieten aber sonst keine Besonderheiten.

3. Hund.

Bevor man mit der Anatomie des Hundes überhaupt beginnt und damit auch mit der Anatomie bestimmter Nervengebiete, muß man ein Bedenken aus dem Wege geräumt haben: nämlich die Schwierigkeiten, welche die großen Hunderassenunterschiede bei der Darstellung der Anatomie bereiten. Die sehr bedeutende Verschiedenheit in der Rasse und in der Größe der Hunde mag zu denken geben, ob sich damit nicht auch manches im topographischen Verhältnis ändert, und gibt Anlaß, auf Zahlenangaben verzichten zu müssen. Doch bei der Bearbeitung des Rectus und seiner Nerven habe ich des Verständnisses und der Klarheit halber ein Zahlenbeispiel aufgestellt (von einem kleineren Versuchstier), das u. a. zeigen soll, daß diese Rassenunterschiede doch keine wesentlichen Verschiedenheiten bezüglich des Verlaufes der Nerven im Rectus abdominis und seiner topographischen Lage zu den benachbarten Muskeln bieten. Denn wie die Präparation ganz verschiedener Tiere ergeben hat, stimmte auch diese Zahlenangabe als Verhältniszahl bei den ganz kleinen und großen Exemplaren verschiedener Rassen.

Der Musculus rectus abdominis des Hundes entspringt muskulös an der Cartilago xiphoidea und dem 5. Rippenknorpel und mit einer breiten Sehne, die oft mit der Fascia pectoralis verwachsen ist, an dem Knorpel der ersten 5—6 Rippen. Als schmales, ziemlich gleich breites, am Ende etwas schmäler werdendes Band zieht er, in die Rectusscheide eingebettet, zum Tub. pubis und hinteren Symphysenrand. Sein Faserverlauf ist wie bei allen Rectusarten gerade vom Sternum bis zum Becken. Außer den beiden versorgenden Gefäßen Arteria

und Vena epigastrica superior und inferior bemerkt man, daß die ganze Länge des Muskels von etwa 3—6 (meistens 5) sehnigen Inskriptionen unterbrochen ist. Sie durchsetzen den Muskel fast immer in seiner ganzen Dicke und sind mit dem äußeren Blatte der Rectusscheide fest verwachsen. Außer dem untersten Segment sind auch alle Muskelabschnitte sehr schwer von der vorderen Rectusscheide zu lösen. Das innere Blatt der Rectusscheide ist nicht mit dem Muskel verwachsen, sondern liegt, ebenfalls durch Bindegewebe getrennt, nur locker auf, obwohl auch hier in den meisten Fällen die Inskriptionen deutlich zu erkennen sind. Während ihres Verlaufes im Muskel findet man keine Regelmäßigkeiten in der Form. Bald zeigen sie eine etwas gezackte, kaudale oder kraniale Konvexität (wie beim Menschen), bald eine schräg verlaufende, stark gezackte Linie, bald einen stark geschlängelten S-förmigen Verlauf. Im obersten kranialen Teil des Muskels findet man oft, daß eine Inskription nur einen Teil der Muskelbreite durchzieht oder auch einen kleinen sehnigen Seitenast entsendet. Die erste Inskription liegt meistens in der Höhe des 7. Rippenknorpels und die letzte Schaltsehne liegt so, daß bei der Segmenteinteilung durch die Inskriptionen das letzte Segment bei fast allen Tieren regelmäßig das größte ist. Die übrigen wechseln stark in ihrer Größe je nach der Anzahl der zugehörigen Nerven. Die ausschließliche Zugehörigkeit eines Spinalnerven zu einem Segment, wie es beim Kaninchen der Fall ist, ist nicht mehr vorhanden. Meistens setzen bei einem Muskel mit 7 Segmenten im 1. Segment 2, ebenso im 4. und 7. Segment je 2 Spinalnerven an. Bei nur 6 Segmenten im Ganzen entfallen auf das 1., 4. und 6. Segment häufig je 2 Nerven. In der Regel fand ich an allen Recti, daß wenigstens 3 Segmente von je 2 Nerven versorgt wurden.

Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über diese Verhältnisse und auch über die Eintrittsstellen der Nerven. Das Bild der Metamerie ist auch hier deutlicher verwischt, wenn auch noch nicht so sehr wie beim Menschen.

Nerven	Entfernung der Eintrittsstellen vom lateralen Rande d. Muskels	Entfernung der Eintrittsstellen vom sternalen Ansatz aus	Segmente und Entfernung der Inskription vom Sternalrand
I.	10 mm	2,5 cm	
II.	Ast 1 Ast 2 15 mm 10 mm	4,5 „	1. Segment 6,5 cm
III.	15 mm	7 „	2. „ 10,5 „
IV.	20 mm	12 „	3. „ 13 „
V.	Ast 1 Ast 2—3 14 mm 15 mm	14,5 „	4. „ 16 „
VI.	15 mm	18 „	5. „ 20 „
VII.	9 mm	19 „	
VIII.	Ast 1 Ast 2 6 mm 7 mm	22,5 „	6. „ 23,5 „
IX.	10 mm	25,3 „	7. „ 32 „
X.	17 mm	28,5 „	

Muskellänge = 32 cm. Breite = a) am Ansatz 2—3 cm; b) in der Mitte 3,5—4,2 cm; c) Symphysenansatz 2,6—3 cm.

Der Rectus abdominis des Hundes wird von 9—10 Nerven versorgt. Bei Verfolgung der Nerven bis zum Wirbelkanal erkennt man diese als die Rami anteriores (ventrales) der Thorakalnerven Th VI bis Th XIII und der beiden ersten Lumbalnerven L I und L II (ileohypogastricus und ileoinguinalis). Die ersten

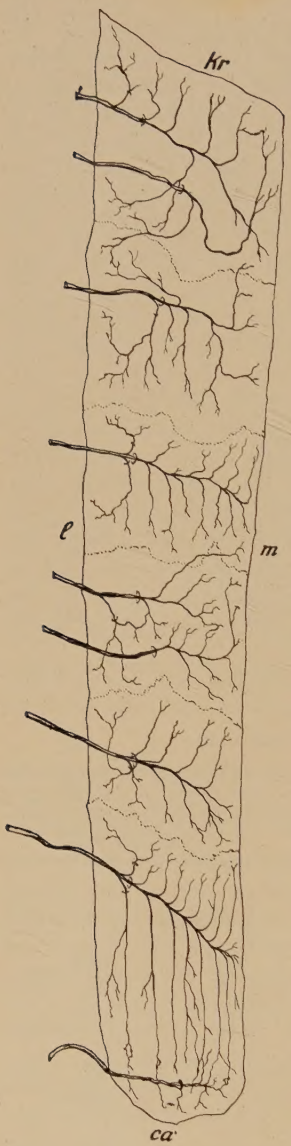


Bild 3. Nervenverlauf im M. rectus abdominis des Hundes von hinten. (Gezeichnet vom Verfasser nach eignen Präparaten.)

5 Nerven treten aus den entsprechenden Interkostalräumen (6—11), durchbohren die Interkostasmuskulatur und laufen dann über den Rippenknorpel hinweg zwischen Obliquus internus und transversus transversal zur Linea alba. Der 12. Interkostalnerv (ThXII) sendet meistens nur seinen Hauptast zum Rectus. Der letzte Interkostalnerv (ThXII), LI und LII verlaufen ebenfalls wie die übrigen Nerven auf den Transversus gebettet mehr kaudalwärts abgelenkt in schräger Richtung zum Rectus (Bild 2). Diese Senkung aus der Transversalrichtung in die kaudalwärts gerichtete beginnt beim 9. und 10. Interkostalnerv, eine Beobachtung, die wir bei Kaninchen und Katzen schon gemacht haben und die beim Menschen ebenfalls gut zu sehen ist. An den 3 bis 4 letzten Nerven finden sich oft stärkere Anastomosen benachbarter Nervenstämme, ohne jedoch wie beim Menschen dann als selbständige Äste zum Rectus zu ziehen, sondern sie verbinden nur in Schlingenform die benachbarten Nervenstämme. Besonders an den beiden Lumbalnerven sind diese Anastomosen regel-

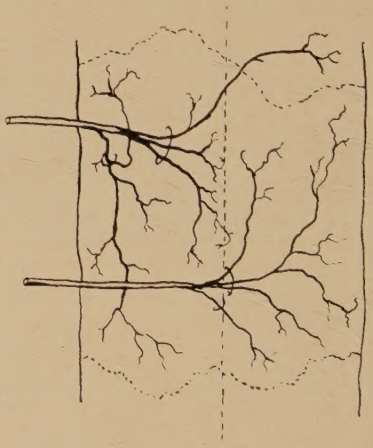


Bild 3b. Gleiches anatomisches und gleiches elektrisches Verhalten eines Segmentes.

Bild 3a. Schematischer Durchschnitt, Nabelhöhe.

mäßig zu finden. Sämtliche zuführenden Nerven dringen nicht, wie beim Kaninchen, am Rande in den Muskel ein, sondern sie verlaufen, wie bei Katze und Mensch, noch ein Stück Weges zwischen Rectus und innerem Blatte der Rectusscheide leicht geschlängelt und dringen dann erst, in 2—3 Äste gespalten, in den Muskel ein, und zwar, wie aus der Tabelle zu ersehen ist und wie die Präparationen ergeben haben, nicht in einem regelmäßigen Abstande, wie bei Kaninchen und Mensch, sondern bald mehr lateral, bald genau in der Mitte der Muskelbreite, bald etwas näher dem lateralen Rande. Bei dieser Verteilung der Eintrittstellen finden sich also keine Regelmäßigkeiten, doch der Verlauf in dem Muskel und in den einzelnen Segmenten bietet ein ziemlich regelmäßig wiederkehrendes Bild.

Im ganzen verteilen sich die einzelnen Nerven streng abgegrenzt in ihrem zugehörigen Segment, doch hin und wieder überschreitet ein ganz kleines Ästchen die Inskriptionen und geht zum benachbarten Segment, zum Teil Anastomosen bildend (Bild 3). Die Verteilung ist in der Regel so, daß vom Hauptast des Nervenstammes in den 3—4 untersten Segmenten meistens 1—3 rückläufige Äste die lateralen Muskelpartien versorgen. In den oberen Segmenten sind es deren meistens 2 Ästchen. Der Hauptast nimmt in dem Muskel während seines Verlaufes regelmäßig die Richtung (transversal bzw. schräg-symphysenwärts) seines Nervenstammes an und endet fast am medialen Rande des Muskels. Während seines ganzen Verlaufes gibt er kaudal- und kranialwärts Seitenästchen ab, die sich wiederum in feinere Ästchen und Zweige teilen und in dem untersten Segment kleine Plexus und Anastomosen bilden (Bild 3). In den mittleren und oberen Segmenten finden sich ebenfalls Anastomosen feinerer Nervenzweige. Der überwiegende Teil der Nervenzweige des Hauptastes verläuft beinahe in der Richtung der Muskelfasern, besonders im letzten Segment, und gibt dadurch dem ganzen eine palmenähnliche Verteilungsform. Nur in den beiden ersten Segmenten ist dieser feinere Verlauf meistens etwas unregelmäßiger.

Die Segmente, die von 2 Nervenstämmen versorgt werden, haben bei elektrischen Prüfungsversuchen des Muskels (s. Nussbaum) oft gezeigt, daß von diesen beiden Nerven der ganze Abschnitt in Kontraktion versetzt wird oder daß jeder Nerv genau die Hälfte der Muskelbreite, der Länge oder der Quere nach innerviert. Nach Bild 3b und 3 viertes Segment stimmt diese Feststellung mit dem anatomischen Befund über den feineren Verlauf der Nervenäste vollkommen überein. Bei den anderen Segmenten wiederum war diese genaue Teilung verwischt und ziemlich unklar. Wahrscheinlich hängt diese genaue bzw. verschwommene Teilung der Muskelbreite bei 2 Segmentnerven mit der Art der Verschmelzung der einzelnen Ursegmente des Muskels zusammen.

4. Mensch.

Der Rectus abdominis des Menschen zieht als breites (4—10 mm dickes), vom Nabel ab schmäler werdendes Band von seinem muskulösen Ursprung am Processus xiphoideus und unteren Rande der 5.—7. Rippe, eingehüllt in die Rectusscheide, zum hinteren Symphysenrand und Tub. pubis.

Seine Inskriptionen oder Schaltsehnen sind beim Erwachsenen echte, longitudinal gefaserte, 10 mm breite Sehnen. In der Regel liegen 2 davon kranial zum Nabel und eine dritte etwa in der Höhe des Nabels. Diese dritte Inskription teilt die Länge des Muskels fast in zwei gleichgroße Hälften; ist aber noch eine vierte Schaltsehne vorhanden, so durchsetzt sie die Muskelbreite fast immer nur zum Teil und liegt einige Zentimeter unterhalb des Nabels. An einer Leiche habe

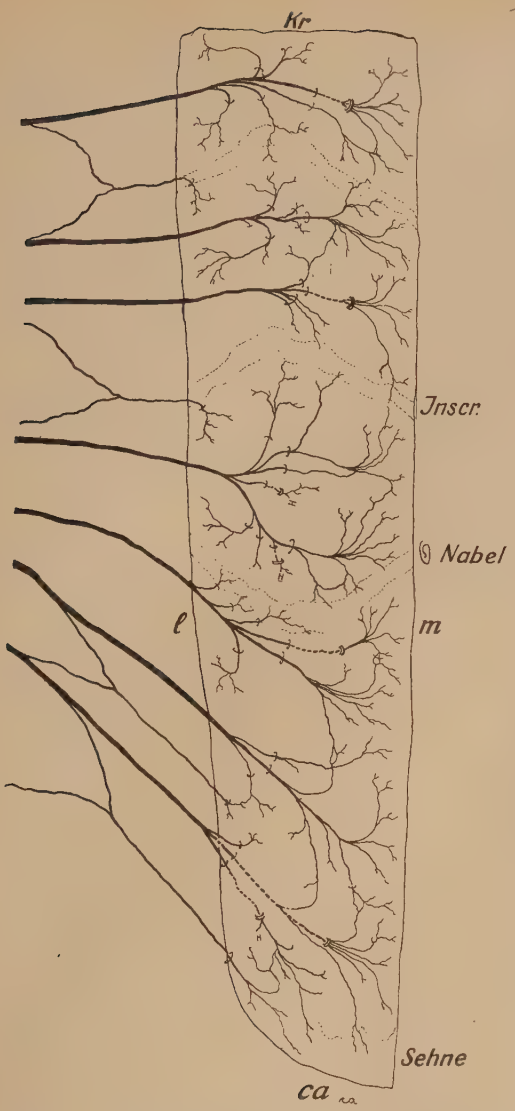
ich auch eine vierte, die ganze Muskelbreite durchsetzende Inskription gefunden. Die Oberfläche sämtlicher Schaltsehnen ist innig mit dem äußeren Blatte der Rectusscheide verwachsen. An der dorsalen (visceralen) Fläche des Rectus sind sie durch ein lockeres Bindegewebe von dem inneren Blatte der Scheide getrennt und sind alle weniger deutlich sichtbar. Oft zerfallen die Inskriptionen auf der Dorsalfläche in gegeneinander verschobene Stücke. Selten auch zieht eine Inskription rein transversal durch den Muskel. In der Regel zeigen sie eine kraniale und kaudale große Konvexität, bisweilen auch einen S-förmigen Verlauf. Durch diese Einteilung des Muskels in verschiedene Muskelbäuche erhält der unterste kaudale Muskelabschnitt die größte Länge, während innerhalb der übrigen Bäuche die Länge bedeutend wechselt, eine Beobachtung, die man auch beim Hunde macht. Doch ist die Lage der Inskriptionen bei allen Unregelmäßigkeiten in der Gestalt im großen und ganzen konstant:

I. Inskription fällt in die Höhe vom 8. Rippenknorpel
II. „ „ „ „ „ „ 10. „
III. „ „ „ „ „ „ Nabel
IV. „ „ „ „ „ v. d. Linea semicircularis Douglasi.

Obwohl die 3 kranialen Abschnitte vorwiegend und in vielen Fällen von je einem Segment versorgt werden (dann sind es ThVII bis ThIX), so ist doch die ausschließliche Zugehörigkeit eines Segmentes zu einem Spinalnerven sehr selten im Gegensatz zu Kaninchen und Katze; ebenfalls ein Zeichen dafür, daß die ehemalige Metamerie nur noch aus den zuführenden Spinalnerven und ihrem Verlaufe zu erkennen ist. Denn meistens wird das unterste Segment von nicht weniger als 3—4 Nervenstämmen versorgt ohne die akzessorischen Nervenäste, die nichts anderes als die Anastomosenäste zweier benachbarter Nervenstämme sind. Die Versorgung des Rectus abdominis übernehmen die Rami anteriores der Thorakalnerven ThVII bis ThXII; oft treten auch noch ThVI und LI hinzu, nur in ganz bestimmten Fällen beobachtet man, daß auch ThV sich beteiligt. (Gegenbauer hat bei einem Falle auch ThIV beobachtet.)

Bardeen fand bei 16 Fällen
10mal ThVI als 1. Rectusnerv und
6mal ThVII „ „
bei 112 Fällen 96mal ThXII als letzten Rectusnerven
und 14mal LI „ „ „

Die Nervenstämme ThV und ThVI treten aus den zugehörigen Zwischenrippenknorpelräumen aus. ThVI geht auch gelegentlich über den 7. Rippenknorpel weg. ThVII läuft in der Regel wie auch die folgenden Nerven über die ventrale Fläche des Musculus transversus zum Rectus. Vor Eintritt in den Muskel (meistens etliche Zentimeter seitlich vom lateralen Rande) zerfallen die Nervenstämme in mehrere große Nervenäste. Die Zahl der in den Muskel eindringenden Äste entspricht durchaus nicht der Zahl der beteiligten Spinalnerven, sondern sie ist erheblich höher. Je nach der Aufspaltung der einzelnen Nervenstämme findet man 10—15 und mehr Nervenäste. Andeutungen von diesen akzessorischen Nervenästen fanden wir schon beim Kaninchen. Sehr wesentlich bei dieser Vermehrung der Äste ist auch die Verbindung der Spinalnerven untereinander während ihres Verlaufes in der Bauchwand. Benachbarte Stämme entsenden nämlich Äste von den einander zugewandten Seiten, die sich dann schlingenförmig zu neuen Nervenstämmchen vereinigen und als neue Äste zum Rectus ziehen. Die Schlingenbildung beginnt meistens bei ThVII und ThVIII.



Die Nerven von ThVIII ab ziehen unter dem Rippenbogen her zum Rectus und durchbohren hier — wie auch die vorhergehenden Nerven — das dorsale Blatt der Rectusscheide (Bild 4a) und gelangen so auf die Rückfläche des Rectus. Hier treten die Nerven zumeist in der lateralen Hälfte der Muskelbreite in der Nähe der großen longitudinalen Gefäßfurche in den Muskel ein, und zwar verschieben sich die Eintrittsstellen kaudalwärts immer mehr dem lateralen Rectusrande zu, sodaß der letzte Nerv oft hart am Rande eintritt oder sogar ein Ast davon auf der ventralen Fläche des Muskels eindringt (zweimal habe ich beobachtet, daß der ganze Stamm 2—3 mm medial vom lateralen Rand auf der ventralen Fläche eintritt, ebenso Eisler). Was die Richtung der einzelnen Nerven betrifft, so läuft TVI und ThVII in der Richtung seiner Rippe schräg nach oben, ThVIII transversal zur Linea alba, und die folgenden Nerven nehmen eine immer mehr sich kaudalwärts schräg symphysenwärts neigende Verlaufsrichtung ein (Bild 4). Diese kaudale Ablenkung ist von ThX ab ziemlich scharf. ThXII verläuft etwa parallel zum Ligamentum Poupartii. Von den Ästen, die in den Muskel eindringen, geht eine

Bild 4. Nervenverlauf im M. rectus abdominis des Menschen von hinten. (Gezeichnet vom Verfasser nach eigenen Präparaten.) Dünnschwarz: Äste, die nach Verlauf im Muskel (----) wieder auf der dorsalen Rectusfläche erscheinen.

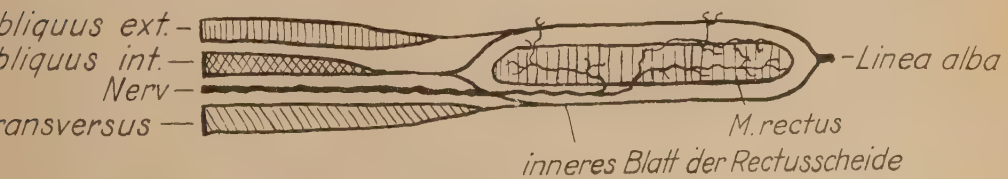


Bild 4a. Schematischer Durchschnitt.

Anzahl durch den Muskel hindurch an die mediale Bauchhaut (Bild 4, H — Hautäste). Von den anderen Nervenästen wendet sich in den drei kranialen Segmenten stets je ein rückläufiger Ast in die lateralen Randpartien des Muskels. Kaudal zum Nabel sind es meistens drei dieser rückläufigen Ästchen. Im übrigen zeigt sich die intramuskuläre Verteilung in den kranialen Segmenten ziemlich einfach: fächerförmig, wie z. T. bei der Katze, unter Bildung feiner Schlingen zwischen den Nervenzweigen. In dem Abschnitt kaudalwärts zum Nabel kommt es mehr zur Bildung von einfachen, flächenhaften Plexus zwischen den verschiedenen Nervenästen. Die Plexusbildung bei der Nervenverteilung im Muskel deutet neben den Inskriptionen deutlich auf die Verschmelzung der Anlagen des Muskels beim Menschen hin (Eisler). Besonders bei den Nerven des untersten Segmentes erfolgt nach Spaltung und Eintritt des Nerven in den Muskel, nach kurzem Verlauf in demselben und nach Abspaltung kleiner und mittelgroßer Ästchen wieder ein Austritt auf der dorsalen Fläche des Muskels und zwar meistens im medialen Drittel der Muskelbreite. Oft findet man diese Verlaufsart an 1—2 Ästen derselben Nerven. Auf der Dorsalfläche des Muskels verteilt er sich typisch fächerförmig ziemlich nahe der Oberfläche. Auch zur Insertionssehne des Rectus laufen einige lange, feine Nervenäste von Th XII und L I.

Die Zeichnung des Rectus vom Menschen ist nach den eigenen Präparationen von 6 Leichen angefertigt. Die von Eisler beschriebene Aufspaltung der Nervenstämme in mehrere Äste einige Zentimeter vor dem lateralen Muskelrande fand ich meistens nur im letzten (untersten) Segment (Bild 4).

Zusammenfassender Vergleich und ontogenetische Entwicklung.

Aus den einzelnen Beschreibungen ist zu erkennen, daß der Rectus des Kaninchens, der Katze, des Hundes und des Menschen im großen und ganzen dieselbe Form, denselben Verlauf nnd dieselben Rectusscheidenverhältnisse besitzt; nur die Ursprünge der einzelnen Recti zeigen bestimmte Abweichungen. Beim Menschen entspringt der Muskel mit seinen Fasern ohne Ansatzsehne am Processus xiphoideus und dem 5.—7. Rippenknorpel beim Hunde ebenfalls muskulös am Xiphoideus und dazu mit einer Ansatzsehne an den ersten 5 Rippen. Bei Katze und Kaninchen beginnt der Rectus immer sehnig an den ersten beiden Rippen; auch die Inskriptionen der einzelnen Recti zeigen Unterschiede, während man beim Kaninchen 7—8 Schaltsehnen mit fast gleichem Verlauf und gleicher Form findet, sieht man, daß bei der Katze, die meistens ebensoviele Inskriptionen besitzt, der Verlauf und die Form derselben doch schon zum großen Teile starke Abweichungen zeigen. Beim Hund und Menschen ist die Unregelmäßigkeit noch viel stärker ausgeprägt. Der Hunderectus hat nur 5—6 Schaltsehnen, die im Gegensatz zu den beiden vorhergehenden Versuchstieren den Rectus nicht mehr in seiner ganzen Dicke durchsetzen. Der menschliche Rectus besitzt nur noch 3—4 Inskriptionen, die auf der Dorsalfläche des Muskels schon in deutlich gegeneinander verschobene Stücke aufgeteilt sind.

Auch der Verlauf der zuführenden Nerven zeigt einige Unterschiede. Was die Verlaufsrichtung der Nerven zum Rectus angeht, so sieht man, daß in der Regel alle Nervenstämme der einzelnen Rectusarten eine gemeinsame Verlaufsrichtung haben, nämlich: die von der transversalen in die immer mehr schräg symphysenwärts sich neigende Richtung. Doch ihre Eintrittsstellen in den Muskel sind wieder verschieden. Beim Kaninchen treten sie fast alle am lateralen Muskelrande ein, bei der Katze verlaufen sie, in mehrere Äste aufgespalten, meistens bis zur Mitte des Muskels und oft darüber hinaus, ehe sie eindringen, beim Hunde ebenfalls, doch überschreiten die Eintrittsstellen nie die Mitte der Muskelbreite (in einigen Präparaten machte sich die Tendenz bemerkbar, symphysenwärts immer mehr lateral einzudringen). Sobald sie in 2—3 Äste aufgespalten sind, treten sie sofort in den Muskel ein. Beim Menschen zeigen die Verbindungspunkte der Eintrittsstellen in den Rectus regelmäßig eine im obersten Segment ziemlich in der Mitte beginnende Linie, die im untersten kaudalen Segment auf dem lateralen Rande des Muskels endet. Im Muskel selbst nehmen beim Kaninchen die Hauptäste den typischen, bogenförmigen Verlauf an, der teilweise auch noch bei der Katze vorhanden ist. Beim Hunderectus stehen sie in der Richtung des Nervenstammes fast bis zum medialen Rande und spalten unterwegs palmenförmig nach oben und unten Zweige ab. Im Rectus des Menschen spalten sich die Segmentnerven in 2—4 Hauptäste, und diese wieder spalten sich fächerförmig in die feineren Ästchen. Daß größere Äste durch Nachbarsegmente laufen und damit auch die Inskription überschreiten, findet man beim Kaninchen und teilweise auch bei der Katze; feinere Ästchen überschreiten bei allen Rectusarten die Inskriptionen, wie man auch bei allen Rectusarten Anastomosen der feineren Äste findet. Die Plexusbildung beobachtet man meist nur am Menschen- und Hunderectus. Alle zuführenden Nerven der verschiedenen Recti haben das gemeinsam, daß sie die lateralen Randpartien des Muskels durch rückläufige Ästchen versorgen, doch werden diese Randpartien beim Kaninchen und Menschen auch von neuen zuführenden, accessorischen Nervenästchen versorgt, die z. T. Anastomosenfortsätze benachbarter Nervenstämme (Spinalnerven) sind (Mensch), z. T. direkte abgespaltene Äste von Spinalnerven (Kaninchen). Auch die ausschließliche Zugehörigkeit eines Nerven zu einem Segment ist nur beim Kaninchen und größtenteils noch bei der Katze erhalten. Diese Zugehörigkeit und diese segmentale Einteilung durch Inskriptionen sind die Reste ontogenetischer Entwicklungsvorgänge. Wir sehen an den einzelnen Beschreibungen, daß diese Metamerie vom Kaninchen aufwärts bis zum Menschen immer undeutlicher wird. Beim Kaninchen findet man sie noch klar und deutlich, bei der Katze

und dem Hunde ist sie z. T. schon verwischt und beim Menschen ist sie nur noch in Resten vorhanden; man erkennt sie nur noch an den zuführenden Spinalnerven, die mit Sicherheit darüber Aufschluß geben. Denn aus den Vegetationspunkten der einzelnen Myotome (Urwirbel) zu beiden Seiten der Chorda dorsalis wachsen die primitiven Muskelfortsätze aus. Diese Fortsätze wachsen mit den Rippen gleichzeitig vor, überholen dieselben und die überragenden Myotomspitzen verschmelzen dann zu einer zusammenhängenden Muskelsäule, dem Rectus abdominis. An den Verschmelzungspunkten bilden sich die Inscriptiones tendineae. Auch das Neuralrohr ist dieser Segmenteinteilung unterworfen, und die davon ausgehenden Nervenstämmchen werden zu den segmentalen Nervenstämmen, die zu den entsprechenden Myotomen gehen. Im Laufe der Entwicklung verschwinden diese Myotome wie erwähnt, indem sie sich in einen Muskel umwandeln, und so gibt die Innervation immer noch die Zugehörigkeit und die Herkunft bestimmter Muskeln aus bestimmten Körpermetameren an. Wie ein atypischer Ast bei der Katze aus dem Plexus brachialis zum Rectus gelangen konnte, dafür hat man noch keine Erklärung gefunden.

Es mag weiteren Arbeiten vorbehalten sein, wie man auf Grund der Resultate dieser Untersuchungen der Nervengebiete des Rectus abd. beim Menschen und den drei Versuchstieren die Schnittrichtung zur Schonung der versorgenden Nerven legen soll, um dadurch eine postoperative Hernie zu verhüten.

Literatur.

Assmy (Czerny), Bruns' Beitr. 1899, Bd. 23, S. 109. — *Ellenberger* und *Baum*, Anatomie des Hundes. Berlin 1891. — *Eisler*, Muskeln des Stammes, in Bardeleben: Handb. d. Anatomie des Menschen. Jena 1912. — *Gegenbaur*, Anatomie und vergleichende Anatomie. Leipzig 1898. — *Jössel*, Topographisch-chirurgische Anatomie. Bonn 1899. — *Keibel* und *Mall*, Entwicklungsgeschichte des Menschen. Leipzig 1910. — *Kraus*, Virch. Arch. 1888, Bd. 113, S. 315. — *Lennander*, Zbl. f. Chir. 1898, S. 90. — *Malgaigne*, Chirurgische Anatomie. Prag 1892. — *Nathan*, Inaug.-Diss. Bonn 1889. — *Rindskopf*, Inaug.-Diss. Bonn 1890.

Lebenslauf:

Ich, Leo Heinrich Strauß, Sohn des Gutsbesitzers Wilhelm Strauß und seiner Ehefrau Maria geb. Arens bin geboren zu Hangard am 26. Juli 1902. Dort besuchte ich vom sechsten bis zum neunten Lebensjahre die Volksschule, dann die Gymnasien in Darmstadt, Duisburg, Saarbrücken und St. Wendel und erhielt dort Ostern 1923 das Reifezeugnis. Ich begann Ostern 1923 in Bonn das Studium der Medizin, wo ich nach fünf vorklinischen Semestern das Physikum bestand. Von den klinischen Semestern verbrachte ich das erste in München, das zweite in Wien und die drei letzten wieder in Bonn, wo ich am 7. Juni 1928 das Staatsexamen bestanden habe.